



cket No.: 70456-025

**PATENT**

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Application of : Customer Number: 20277  
Chikara OHKI, et al. : Confirmation Number: 7147  
Serial No.: 10/809,797 : Group Art Unit: 3746  
Filed: March 26, 2004 : Examiner:  
For: COMPRESSOR BEARING AND COMPRESSOR COMPONENT

**TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENTS**

Mail Stop CPD  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

At the time the above application was filed, priority was claimed based on the following applications:

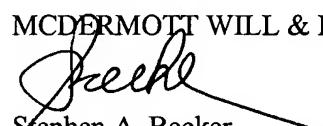
**Japanese Patent Application No. JP 2003-091300, filed on March 28, 2003.**

**Japanese Patent Application No. JP 2004-083101, filed on March 22, 2004.**

A copy of each priority application listed above is enclosed.

Respectfully submitted,

MCDERMOTT WILL & EMERY LLP

  
Stephen A. Becker  
Registration No. 26,527

600 13<sup>th</sup> Street, N.W.  
Washington, DC 20005-3096  
202.756.8000 SAB:gav  
Facsimile: 202.756.8087  
**Date: August 5, 2004**

BEST AVAILABLE COPY

10/809, 797

August 5, 2004

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

McDermott Will & Emery

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2004年 3月 22日

出願番号  
Application Number: 特願 2004-083101  
ST. 10/C] : [ J P 2004-083101 ]

出願人  
Applicant(s): N T N 株式会社

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2004年 4月 20日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫

**【書類名】** 特許願  
**【整理番号】** 1032343  
**【提出日】** 平成16年 3月22日  
**【あて先】** 特許庁長官殿  
**【国際特許分類】** C23C 8/32  
                  F16H 55/36  
                  F04B 1/12

**【発明者】**  
**【住所又は居所】** 三重県桑名市大字東方字尾弓田 3066 N T N 株式会社内  
**【氏名】** 大木 力

**【発明者】**  
**【住所又は居所】** 静岡県磐田市東貝塚 1578 番地 N T N 株式会社内  
**【氏名】** 後藤 友彰

**【特許出願人】**  
**【識別番号】** 000102692  
**【住所又は居所】** 大阪市西区京町堀 1 丁目 3 番 17 号  
**【氏名又は名称】** N T N 株式会社

**【代理人】**  
**【識別番号】** 100064746  
**【弁理士】**  
**【氏名又は名称】** 深見 久郎

**【選任した代理人】**  
**【識別番号】** 100085132  
**【弁理士】**  
**【氏名又は名称】** 森田 俊雄

**【選任した代理人】**  
**【識別番号】** 100083703  
**【弁理士】**  
**【氏名又は名称】** 仲村 義平

**【選任した代理人】**  
**【識別番号】** 100096781  
**【弁理士】**  
**【氏名又は名称】** 堀井 豊

**【選任した代理人】**  
**【識別番号】** 100098316  
**【弁理士】**  
**【氏名又は名称】** 野田 久登

**【選任した代理人】**  
**【識別番号】** 100109162  
**【弁理士】**  
**【氏名又は名称】** 酒井 將行

**【選任した代理人】**  
**【識別番号】** 100111936  
**【弁理士】**  
**【氏名又は名称】** 渡辺 征一

**【先の出願に基づく優先権主張】**  
**【出願番号】** 特願2003- 91300  
**【出願日】** 平成15年 3月28日

**【手数料の表示】**

【予納台帳番号】 008693

【納付金額】 21,000円

**【提出物件の目録】**

【物件名】 特許請求の範囲 1

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【物件名】 委任状 1

【提出物件の特記事項】 手続補足書により提出する。

**【書類名】特許請求の範囲****【請求項 1】**

コンプレッサ本体と、前記コンプレッサ本体に駆動力を伝達するプーリ機構とを有するコンプレッサに組み込まれた、コンプレッサの構成部品であって、

前記構成部品のオーステナイト結晶粒の粒度番号を10番を超える範囲とした、コンプレッサの構成部品。

**【請求項 2】**

コンプレッサ本体と、前記コンプレッサ本体に駆動力を伝達するプーリ機構とを有するコンプレッサに組み込まれた、コンプレッサの構成部品であって、

前記構成部品の破壊応力値を2650 MPa以上とした、コンプレッサの構成部品。

**【請求項 3】**

コンプレッサ本体と、前記コンプレッサ本体に駆動力を伝達するプーリ機構とを有するコンプレッサに組み込まれた、コンプレッサの構成部品であって、

前記構成部品の水素含有率を0.5 ppm以下とした、コンプレッサの構成部品。

**【請求項 4】**

コンプレッサ本体と、前記コンプレッサ本体に駆動力を伝達するプーリ機構とを有するコンプレッサに使用されるコンプレッサ用軸受であって、

前記コンプレッサ用軸受に含まれる軌道面を有する部材および複数の転動体のうち少なくとも一つの部材のオーステナイト結晶粒の粒度番号を10番を超える範囲とした、コンプレッサ用軸受。

**【請求項 5】**

コンプレッサ本体と、前記コンプレッサ本体に駆動力を伝達するプーリ機構とを有するコンプレッサに使用されるコンプレッサ用軸受であって、

前記コンプレッサ用軸受に含まれる軌道面を有する部材および複数の転動体のうち少なくとも一つの部材の破壊応力値を2650 MPa以上とした、コンプレッサ用軸受。

**【請求項 6】**

コンプレッサ本体と、前記コンプレッサ本体に駆動力を伝達するプーリ機構とを有するコンプレッサに使用されるコンプレッサ用軸受であって、

前記コンプレッサ用軸受に含まれる軌道面を有する部材および複数の転動体のうち少なくとも一つの部材の水素含有率を0.5 ppm以下とした、コンプレッサ用軸受。

**【請求項 7】**

前記コンプレッサ用軸受が、前記コンプレッサ本体の斜板と回転部材とを回転自在に支持する斜板支持軸受である、請求項4～6のいずれかに記載のコンプレッサ用軸受。

**【請求項 8】**

前記コンプレッサ用軸受が、前記コンプレッサ本体の回転部材と前記プーリ機構のプーリ用軸受支持部材とを回転自在に支持する回転部材・プーリ支持部材軸受である、請求項4～6のいずれかに記載のコンプレッサ用軸受。

**【請求項 9】**

前記コンプレッサ用軸受が、前記コンプレッサ本体の主軸と前記プーリ機構のプーリ用軸受支持部材とを回転自在に支持する主軸支持軸受である、請求項4～6のいずれかに記載のコンプレッサ用軸受。

**【請求項 10】**

前記コンプレッサ用軸受が、前記プーリ機構のプーリとプーリ用軸受支持部材とを回転自在に支持するプーリ支持軸受である、請求項4～6のいずれかに記載のコンプレッサ用軸受。

**【請求項 11】**

前記斜板支持軸受が、スラスト針状ころ軸受である、請求項7に記載のコンプレッサ用軸受。

**【請求項 12】**

前記回転部材・プーリ支持部材軸受が、スラスト針状ころ軸受である、請求項8に記載

のコンプレッサ用軸受。

【書類名】明細書

【発明の名称】コンプレッサ用軸受およびコンプレッサの構成部品

【技術分野】

【0001】

本発明は、コンプレッサ本体とそのコンプレッサ本体に駆動力を伝達するプーリ機構とに使用するコンプレッサ用軸受およびコンプレッサの構成部品に関するものである。

【背景技術】

【0002】

プーリ機構を備えたコンプレッサに組込まれている転がり軸受（以下、コンプレッサ用軸受という）に対して長寿命の転動疲労特性を与える熱処理方法として、焼入れ加熱時の雰囲気RXガス中にさらにアンモニアガスを添加するなどして、その軸受部品の表層部に浸炭窒化処理を施す方法が従来から知られている。たとえば、浸炭窒化処理法を用いることによって、表層部を硬化させ、ミクロ組織中に残留オーステナイトを生成させ、転動疲労寿命をかなり向上させることができる（特許文献1および特許文献2参照）。

【特許文献1】特開平11-101247号公報

【特許文献2】特開平8-4774号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

上記のコンプレッサ用軸受の部品の浸炭窒化処理方法は、炭素および窒素を拡散させる拡散処理であるので、高温に長時間、軸受部品を保持する必要がある。

【0004】

軸受部品を高温に長時間保持すると、オーステナイト結晶粒径が粗大化し、かえって韌性が低下して鋼が脆化して、割れ強度が低下する問題があった。

【0005】

また、オーステナイト結晶粒が粗大化して耐割れ強度の向上を図ることが困難であって、残留オーステナイトの増加による経年寸法変化率の増大も問題となっていた。

【0006】

さらに、浸炭窒化処理方法は炭素および窒素を拡散させる拡散処理であるので、高温に長時間、軸受部品を保持しているために、組織が粗大化して耐割れ強度に相当する破壊応力値を引き上げることに限界があった。

【0007】

一方、上記プーリ機構を備えたコンプレッサ用軸受に対して、（1）長寿命の転動疲労特性を確保し、（2）割れ強度を向上させ、（3）経年寸法変化率の増加を抑えたいという要求がある。

【0008】

従来技術では、これらの機械的特性を得る1つの方法として、鋼の合金設計段階で組成を調整することによって対処する方法が採用されている。しかし、特殊な合金成分の原材料の入手が容易でなく、コストも高くなるなどの問題点があった。

【0009】

プーリ機構を備えた今後のコンプレッサ用軸受には、使用環境の高荷重化、高温化に対応して、従来よりも、大きな荷重条件でかつより高温で使用できる機械的特性を備えることが要求されている。

【0010】

したがって、上記のコンプレッサ用軸受では、高強度で、（1）転動疲労特性が長寿命で、（2）高度の耐割れ強度を有し、（3）経年寸法変化率の増加を抑えて寸法安定性を向上させることが必要になる。

【0011】

本発明は、高強度で、（1）疲労特性（コンプレッサ用軸受では転動疲労特性）が長寿命で、（2）高度の耐割れ強度を有し、（3）経年寸法変化率の増加を抑えて寸法安定性

を向上させたコンプレッサ用軸受およびコンプレッサの構成部品を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明の一のコンプレッサの構成部品は、コンプレッサ本体と、そのコンプレッサ本体に駆動力を伝達するプーリ機構とを有するコンプレッサに組み込まれた、コンプレッサの構成部品であって、構成部品のオーステナイト結晶粒の粒度番号を10番を超える範囲としたことを特徴とするものである。

【0013】

また本発明の一のコンプレッサ用軸受は、コンプレッサ本体と、そのコンプレッサ本体に駆動力を伝達するプーリ機構とを有するコンプレッサに使用されるコンプレッサ用軸受であって、そのコンプレッサ用軸受に含まれる軌道面を有する部材および複数の転動体のうち少なくとも一つの部材のオーステナイト結晶粒の粒度番号を10番を超える範囲としたことを特徴とするものである。

【0014】

本発明の一のコンプレッサの構成部品およびコンプレッサ用軸受によれば、オーステナイト粒径が微細であることにより、耐割れ強度、寸法安定性および疲労寿命（コンプレッサ用軸受である場合には転動疲労寿命）が大幅に改良される。オーステナイト粒径の粒度番号が10番以下では、疲労寿命は大きく改善されないので、10番を超える範囲とする。通常、11番以上とする。オーステナイト粒径は細かいほど望ましいが、通常、13番を超える粒度番号を得ることは難しい。なお、コンプレッサの構成部品およびコンプレッサ用軸受のオーステナイト粒は、浸炭窒化処理の影響を大きく受けている表層部でも、それより内側の内部でも変化しない。したがって、上記の結晶粒度番号の範囲の対象となる位置は、表層部および内部とする。

【0015】

本発明の他のコンプレッサの構成部品は、コンプレッサ本体と、そのコンプレッサ本体に駆動力を伝達するプーリ機構とを有するコンプレッサに組み込まれた、コンプレッサの構成部品であって、構成部品の破壊応力値を2650MPa以上としたことを特徴とするものである。

【0016】

また本発明の他のコンプレッサ用軸受は、コンプレッサ本体と、そのコンプレッサ本体に駆動力を伝達するプーリ機構とを有するコンプレッサに使用されるコンプレッサ用軸受であって、そのコンプレッサ用軸受に含まれる軌道面を有する部材および複数の転動体のうち少なくとも一つの部材の破壊応力値を2650MPa以上としたことを特徴とするものである。

【0017】

本願発明者らは、鋼をA<sub>1</sub>変態点を超える浸炭窒化処理温度で浸炭窒化処理した後、A<sub>1</sub>変態点未満の温度に冷却し、その後にA<sub>1</sub>変態点以上の焼入れ温度域に再加熱し焼入れを行なうことにより、窒素富化層を有する鋼の破壊応力値を、従来では得られなかった2650MPa以上にできることを見出した。これにより、従来と比較して破壊応力値に優れ、それにより強度の高いコンプレッサの構成部品およびコンプレッサ用軸受を得ることができる。

【0018】

本発明のさらに他のコンプレッサの構成部品は、コンプレッサ本体と、そのコンプレッサ本体に駆動力を伝達するプーリ機構とを有するコンプレッサに組み込まれた、コンプレッサの構成部品であって、構成部品の水素含有率を0.5ppm以下としたことを特徴とするものである。

【0019】

また本発明のさらに他のコンプレッサ用軸受は、コンプレッサ本体と、そのコンプレッサ本体に駆動力を伝達するプーリ機構とを有するコンプレッサに使用されるコンプレッサ

用軸受であって、そのコンプレッサ用軸受に含まれる軌道面を有する部材および複数の転動体のうち少なくとも一つの部材の水素含有率を0.5 ppm以下としたことを特徴とするものである。

#### 【0020】

本発明のさらに他のコンプレッサの構成部品およびコンプレッサ用軸受によれば、水素に起因する鋼の脆化を軽減することができる。鋼の水素含有率が0.5 ppmを超えると鋼の割れ強度は低下する。したがってこのような鋼は、苛酷な荷重が加わる部分にはあまり適さなくなる。水素量は低い方が望ましい。しかし、0.3 ppm未満に減らすためには長時間の加熱が必要になり、オーステナイト粒径が粗大化し、かえって韌性が低下してしまう。このため、より望ましい水素含有率は0.3～0.5 ppmの範囲である。さらに望ましくは、0.35～0.45 ppmの範囲である。

#### 【0021】

なお、上記の水素含有率は、拡散性水素は測定の対象にはせず、所定温度以上で鋼から放出される非拡散性水素のみを測定の対象とするものである。サンプルサイズが小さければ、常温でもサンプルから放出され散逸してしまうので、拡散性水素量は測定の対象から外している。非拡散性水素は、鋼中の欠陥部などにトラップされており、所定の加熱温度以上ではじめてサンプルから放出される水素である。この非拡散性水素に限定しても、水素含有率は測定方法によって大きく変動する。上記の水素含有率範囲は熱伝導度法による測定方法による範囲である。さらに、後記するように、LECO社製DH-103型水素分析装置またはそれに準じる測定装置を用いて測定することが望ましい。

#### 【0022】

上記のコンプレッサ用軸受において好ましくは、コンプレッサ用軸受が、コンプレッサ本体の斜板と回転部材とを回転自在に支持する斜板支持軸受である。

#### 【0023】

上記のコンプレッサ用軸受において好ましくは、コンプレッサ用軸受が、コンプレッサ本体の回転部材とブーリ機構のブーリ用軸受支持部材とを回転自在に支持する回転部材・ブーリ支持部材軸受である。

#### 【0024】

上記のコンプレッサ用軸受において好ましくは、コンプレッサ用軸受が、コンプレッサ本体の主軸とブーリ機構のブーリ用軸受支持部材とを回転自在に支持する主軸支持軸受である。

#### 【0025】

上記のコンプレッサ用軸受において好ましくは、コンプレッサ用軸受が、ブーリ機構のブーリとブーリ用軸受支持部材とを回転自在に支持するブーリ支持軸受である。

#### 【0026】

上記のコンプレッサ用軸受において好ましくは、斜板支持軸受が、スラスト針状ころ軸受である。

#### 【0027】

上記のコンプレッサ用軸受において好ましくは、回転部材・ブーリ支持部材軸受が、スラスト針状ころ軸受である。

#### 【0028】

本発明のコンプレッサの構成部品（コンプレッサ用軸受を含む）の製造方法は、コンプレッサ本体と、そのコンプレッサ本体に駆動力を伝達するブーリ機構とを有するコンプレッサに組み込まれた、コンプレッサの構成部品の製造方法であって、構成部品を製造する工程が、たとえば軸受部品用の鋼をA<sub>1</sub>変態点を超える浸炭窒化処理温度で浸炭窒化処理した後、A<sub>1</sub>変態点未満の温度に冷却し、その後、A<sub>1</sub>変態点以上で浸炭窒化処理の温度未満の焼入れ温度域に再加熱し、焼入れを行なう工程を備えることを特徴とするものである。

#### 【0029】

本発明のコンプレッサの構成部品（コンプレッサ用軸受を含む）の製造方法によれば、

浸炭窒化処理後 A<sub>1</sub>変態点未満の温度に冷却した後に最終的な焼入れを行なうので、オーステナイト粒径を細かくすることができる。この結果、シャルピー衝撃値、破壊靭性値、割れ強度、疲労寿命（コンプレッサ用軸受である場合には転動疲労寿命）などを向上させることができる。

#### 【0030】

さらに、たとえばオーステナイトが変態する温度にまで冷却することにより、浸炭窒化処理の際のオーステナイト粒界と最終焼入れの際のオーステナイト粒界とを無関係にすることができる。さらに、最終焼入れの際の加熱温度が浸炭窒化処理時の加熱温度よりも低いので、浸炭窒化処理の効果が及ぶ表層部における未溶解セメンタイト量は浸炭窒化処理のときよりも増大する。このため最終焼入れの加熱温度において、浸炭窒化処理のときより、未溶解セメンタイト量の比率が増大し、オーステナイト量の比率が低下する。しかも、鉄一炭素2元状態図から、セメンタイトとオーステナイトとの共存領域において、焼入れ温度の低下にともないオーステナイトに固溶する炭素濃度も低くなる。

#### 【0031】

最終焼入れ温度に加熱したとき、オーステナイト粒の成長を妨げる未溶解セメンタイト量が多いために、オーステナイト粒は微細となる。また、焼入れによってオーステナイトからマルテンサイトやベイナイトに変態した組織は炭素濃度が低いので、浸炭窒化処理温度から焼き入れた組織に比べて靭性に富んだ組織となる。

#### 【0032】

上記のコンプレッサの構成部品の製造方法において好ましくは、焼入れ温度域が790℃～830℃の温度域である。

#### 【0033】

これにより、オーステナイト結晶粒の成長が生じにくい温度に再加熱して焼入れするので、オーステナイト粒径を細かくすることができる。

#### 【0034】

なお、本明細書における軌道面を有する部材は、内輪として機能する内方部材、外輪として機能する外方部材、スラスト軸受の軌道盤などを含む。内方部材、外方部材または軌道盤は、シャフト、ハウジングなどの部材と別体で設けられた内輪、外輪または軌道盤であってもよく、また、シャフト、ハウジングなどの部材と一体化された内輪、外輪または軌道盤として機能するものであってもよい。

#### 【0035】

また、オーステナイト粒という場合、焼入れ加熱中に相変態したオーステナイトの結晶粒のことであり、焼入れられた後のマルテンサイトやベイナイトなどのフェライト相にその痕跡を残している。焼入れ前のオーステナイト粒界を強調するために「旧」を付する場合もある。すなわち、オーステナイト粒と旧オーステナイト粒とは同じものを表現している。

#### 【0036】

また、上記オーステナイト結晶粒は、対象とする部材の金相試料に対してエッチングなど、粒界を顕出する処理を施して観察することができる結晶粒であればよい。低温焼入れ直前の加熱された時点での粒界という意味で、上記のように旧オーステナイト粒と呼ぶ場合がある。測定は、JIS規格の粒度番号の平均値から平均粒径に換算して求めてもよいし、切片法などにより金相組織に重ねたランダム方向の直線が粒界と会合する間の間隔長さの平均値をとってもよい。

#### 【0037】

また、上記窒素富化層は、あとで説明するように、浸炭窒化処理により形成されるが、上記窒素富化層に炭素が富化されていてもよいし、富化されていなくてもよい。

#### 【発明の効果】

#### 【0038】

本発明のコンプレッサの構成部品およびコンプレッサ用軸受は、以下に記載する本発明のすべての効果を同時に有している必要はなく、以下に記載する本発明の一つ以上の効果

を有していればよい。

#### 【0039】

従来技術では、オーステナイト結晶粒が粗大化して耐割れ強度の向上を図ることが困難であったが、本発明ではオーステナイト結晶粒の粒度番号を10番を超える範囲にできるため、残留オーステナイトの増加による経年寸法変化率を低減することができる。

#### 【0040】

また、従来技術では、転動疲労に対して長寿命、割れ強度の向上、経年寸法変化率の増加を抑えるために、組成を特殊な合金成分とした原材料の入手が困難であって原材料コストも高くなっていたが、本発明では破壊応力値を2650MPa以上にできるため、従来技術よりも破壊応力値を大にして、耐割れ強度を向上させることができる。

#### 【0041】

さらに、従来技術では、水素含有率が0.5ppmを超えていたために鋼が脆化し、割れ強度が低下して過酷な荷重が加わる部位の使用に適さなかつたが、本発明では水素含有率を0.5ppm以下にできるため、割れ強度を向上させることができる。

#### 【0042】

上記のように熱処理した軸受部材を使用して、コンプレッサの構成部品およびコンプレッサ用軸受の機械的特性として、(1) 転動疲労に対して長寿命を確保し、(2) 割れ強度を向上させ、(3) 経年寸法変化率の増加を抑えることができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0043】

以下、本発明の実施の形態について図に基づいて説明する。

#### 【0044】

図1は、本発明の一実施の形態に係るコンプレッサの構成部品（コンプレッサ用軸受を含む）を組み込んだプーリ機構付きコンプレッサの概略断面図である。図1を参照して、このコンプレッサは、片斜板タイプの斜板式コンプレッサ200とコンプレッサ用プーリ機構400とを備えている。

#### 【0045】

##### [1] コンプレッサ

まず、片斜板タイプの斜板式コンプレッサ200について説明する。

#### 【0046】

図1を参照して、片斜板タイプの斜板式コンプレッサ200は、ハウジング202と、そのハウジング202にたとえばねじ止め固定されたプーリ用軸受支持部材418と、主軸204と、その主軸204に取り付けられた回転部材211と、その回転部材211の回転に伴って揺動運動をする斜板203と、その斜板203に連結されたピストンロッド215と、そのピストンロッド215の反対側に連結されたピストン207とを有している。

#### 【0047】

回転部材211とプーリ用軸受支持部材418との間には、スラスト荷重を受ける支持構造として複列のスラスト針状ころ軸受よりなる回転部材・プーリ支持部材軸受401が配置されている。また斜板203と回転部材211との間には、スラスト荷重を受ける支持構造として複列のスラスト針状ころ軸受よりなる斜板支持軸受404が配置されている。

#### 【0048】

このコンプレッサ200では、主軸204の回転に伴って回転部材211が回転し、それにより斜板203が揺動運動する。この斜板203の揺動運動によりピストンロッド215が往復運動して、ピストンロッド215に連結されたピストン207がシリンダ内を往復運動する。

#### 【0049】

##### [2] コンプレッサ用プーリ機構

次に、コンプレッサ用プーリ機構400について説明する。

**【0050】**

図1を参照して、コンプレッサのハウジング202にプーリ用軸受支持部材418がねじ止め固定されている。また、プーリ用軸受支持部材418にクラッチ用電磁石419が固着されている。他方、主軸204の軸端に動力伝達部材424が嵌着されている。プーリ支持軸受403の外周にプーリ425が嵌合されている。

**【0051】**

主軸204とプーリ用軸受支持部材418との間には、主軸支持軸受402が配置されている。またプーリ425とプーリ用軸受支持部材418との間には、プーリ支持軸受403が配置されている。

**【0052】**

このプーリ機構400では、クラッチ用電磁石419を励磁したまは非励磁にすることによって、図示していない駆動力によって回転しているプーリ425の回転駆動力が主軸204に伝達されてコンプレッサが動作したり、またはプーリ425の回転駆動力が主軸204に伝達されなくなってコンプレッサが動作を停止したりする。

**【0053】****[3] コンプレッサ用軸受**

コンプレッサ用軸受は、コンプレッサ本体200に使用されるコンプレッサ用軸受とプーリ機構400に使用されるコンプレッサ用軸受とに大別される。

**【0054】**

コンプレッサ本体200に使用されるコンプレッサ用軸受には、斜板203と回転部材211とを回転自在に支持する斜板支持軸受404、および回転部材211とプーリ用軸受支持部材418とを回転自在に支持する回転部材・プーリ支持部材軸受401が該当する。

**【0055】**

また、プーリ機構400に使用されるコンプレッサ用軸受には、主軸204とプーリ用軸受支持部材418とを回転自在に支持する主軸支持軸受402、およびプーリ425とプーリ用軸受支持部材418とを回転自在に支持するプーリ支持軸受403が該当する。

**【0056】**

回転部材・プーリ支持部材軸受401および斜板支持軸受404には、後述する図9に示すスラスト針状ころ軸受が使用されている。主軸支持軸受402には、針状ころ軸受または後述する図7に示す円筒ころ軸受が使用されている。プーリ支持軸受403には、後述する図6(A)に示す深溝玉軸受または図6(B)に示す複列アンギュラ玉軸受が使用されており、また図8に示す4点接触玉軸受が使用されてもよい。

**【0057】**

図6(A)、(B)は深溝玉軸受および複列アンギュラ玉軸受を示す断面図である。図6(A)に示す深溝玉軸受は、外輪(軌道面を有する部材：外方部材)31と、内輪(軌道面を有する部材：内方部材)32と、転動体となる複数の玉33と、保持器34とを有している。また、図6(B)に示す複列アンギュラ玉軸受は、外輪(軌道面を有する部材：外方部材)31と、内輪(軌道面を有する部材：内方部材)32と、転動体となる複数の玉33と、保持器34とを有しており、転動体となる複数の玉33が複列で配置されている。

**【0058】**

図7は円筒ころ軸受を示す断面図である。図7に示す円筒ころ軸受は、外輪(軌道面を有する部材：外方部材)31aと、内輪(軌道面を有する部材：内方部材)32aと、転動体となる複数の円筒ころ33aと、保持器34aとを有している。

**【0059】**

図8は4点接触玉軸受を示す断面図である。図8に示す4点接触玉軸受は、外輪(軌道面を有する部材：外方部材)31bと、内輪(軌道面を有する部材：内方部材)32bと、転動体となる複数の玉33と、保持器34bとを有している。

**【0060】**

なお、図6（A）、図6（B）、図7および図8の各軸受として、外輪31、31a、31bと、内輪32、32a、32bとを有する軸受について説明したが、各軸受は外輪と内輪とを有していないてもよい。この場合、図1において主軸支持軸受402においては主軸204が、またブーリ支持軸受403においてはブーリ用軸受支持部材418が、それぞれその外周面に軌道面（転走面）を有する部材であって内輪として機能する内方部材となる。また、主軸支持軸受402においてはブーリ用軸受支持部材418が、またブーリ支持軸受403においてはブーリ425が、それぞれその内周面に軌道面（転走面）を有する部材であって外輪として機能する外方部材となる。

#### 【0061】

図9（A）はスラスト針状ころ軸受を示す部分断面斜視図であり、図9（B）は図9（A）の針状ころ部分の要部拡大図であり、図9（C）は図9（A）のIXc-IXc線に沿った拡大断面図である。図9（A）～図9（C）に示すスラスト針状ころ軸受は、転動体となる複数の針状ころ2と、これら針状ころ2を円周方向に所定ピッチで保持する環状の針状ころ保持器34cとを有している。複数の針状ころ2は、外径側の針状ころ2aと内径側針状ころ2bとに分割されており、複列に配置されている。針状ころ保持器34cは、2枚の環状の保持器3および保持器4から形成されている。

#### 【0062】

これらの2枚の保持器3および保持器4は、円周方向において針状ころ2の長さよりも長い矩形状の複数のポケット5およびポケット6を有している。ポケット5およびポケット6の両側縁には対向する方向に突出する長さL<sub>a</sub>のころ保持部5aおよびころ保持部6aが形成されており、これらのころ保持部5aおよびころ保持部6aによって、針状ころ2が円周方向に挟まれて保持されている。

#### 【0063】

コンプレッサ本体200に使用されるコンプレッサ用軸受には、ピストン207の衝撃に耐えるために、ころ径の大きいスラスト針状ころ軸受が使用されている。また、スラスト針状ころ軸受では、針状ころ2と後述する軌道面とが線接触する構造であって、針状ころ2と転がり線接触する軌道面は、軸受の回転中心から外径側に向かうほど周速度は大きくなる。

#### 【0064】

コンプレッサ本体200に使用されるコンプレッサ用軸受であるスラスト針状ころ軸受は、通常の軸受のような軌道盤を有していないで、複数の針状ころ2が保持器34cに保持されて軌道面に線接触して回転する。斜板支持軸受404においては、斜板203および回転部材211がそれぞれ軌道面を有する部材となり、回転部材・ブーリ支持部材軸受401においては、回転部材211およびブーリ用軸受支持部材418がそれぞれ軌道面を有する部材となる。

#### 【0065】

##### [4] 応用変形例

###### (1) ブーリ機構を備えたコンプレッサ用軸受

図10は、ブーリ機構を備えたコンプレッサの他の例の構成を示す部分断面図である。図10を参照して、このコンプレッサは、コンプレッサ（図示せず）とコンプレッサ用ブーリ機構400とを備えている。

#### 【0066】

###### (2) コンプレッサ用ブーリ機構

図10を参照して、コンプレッサのハウジングにブーリ用軸受支持部材418が固定されている。また、ブーリ用軸受支持部材418にクラッチ用電磁石419が固定されている。他方、主軸204の軸端に動力伝達部材424が嵌着されている。ブーリ支持軸受403の外周にブーリ425が嵌合されている。

#### 【0067】

なお図1および図10のブーリ機構400はクラッチ用電磁石419を備えていたが、クラッチ用電磁石を備えていないブーリ機構を使用してもよい。

**【0068】****(3) コンプレッサ**

コンプレッサには、図1に示すカーエアコン用の片斜板タイプの斜板式コンプレッサが用いられてもよいが、これに限定されるものではなく、他のタイプの斜板式コンプレッサ、スクロール形コンプレッサなどが用いられてもよい。また、他のタイプの斜板式コンプレッサとして、たとえば、両斜板タイプの斜板式コンプレッサ、片斜板タイプの可変容量斜板式コンプレッサなどが用いられてもよい。

**【0069】****(4) コンプレッサ用軸受**

コンプレッサ用軸受として、主軸支持軸受402a、402bと、プーリ支持軸受403とが設けられている。主軸支持軸受402a、402bには、たとえば図6(A)に示す深溝玉軸受が使用されている。また、プーリ支持軸受403には、たとえば図6(B)に示す複列アンギュラ玉軸受が使用されている。コンプレッサ用軸受には、実施例に限定されることなく、目的にあった軸受が使用されればよい。

**【0070】****[5] 本実施の形態の特徴**

本実施の形態のコンプレッサ用軸受401、402、402a、402b、403、404に含まれる軌道面を有する部材（主軸204、プーリ425、斜板203、回転部材211、プーリ用軸受支持部材418、外輪31、31a、31b、内輪32、32a、32b）と、転動体（玉33、円筒ころ33a、針状ころ2a、2b）との少なくとも1つの部材が窒素富化層を有し、かつ10番を超える範囲のオーステナイト結晶粒の粒度番号を有している。

**【0071】**

また本実施の形態のコンプレッサ用軸受401、402、402a、402b、403、404に含まれる軌道面を有する部材（主軸204、プーリ425、斜板203、回転部材211、プーリ用軸受支持部材418、外輪31、31a、31b、内輪32、32a、32b）と、転動体（玉33、円筒ころ33a、針状ころ2a、2b）との少なくとも1つの部材が窒素富化層を有し、かつ2650MPa以上の破壊応力値を有している。

**【0072】**

また本実施の形態のコンプレッサ用軸受401、402、402a、402b、403、404に含まれる軌道面を有する部材（主軸204、プーリ425、斜板203、回転部材211、プーリ用軸受支持部材418、外輪31、31a、31b、内輪32、32a、32b）と、転動体（玉33、円筒ころ33a、針状ころ2a、2b）との少なくとも1つの部材が窒素富化層を有し、かつ0.5ppm以下の水素含有量を有している。

**【0073】**

また本実施の形態のコンプレッサの構成部品（上記コンプレッサ用軸受401～401の軌道面を有する部材、転動体、ピストンロッド215、ピストン207、動力伝達部材424などの少なくとも1つ）は窒素富化層を有し、かつ10番を超える範囲のオーステナイト結晶粒の粒度番号を有している。

**【0074】**

また本実施の形態のコンプレッサの構成部品（上記コンプレッサ用軸受401～401の軌道面を有する部材、転動体、ピストンロッド215、ピストン207、動力伝達部材424などの少なくとも1つ）は窒素富化層を有し、かつ2650MPa以上の破壊応力値を有している。

**【0075】**

また本実施の形態のコンプレッサの構成部品（上記コンプレッサ用軸受401～401の軌道面を有する部材、転動体、ピストンロッド215、ピストン207、動力伝達部材424などの少なくとも1つ）は窒素富化層を有し、かつ0.5ppm以下の水素含有量を有している。

**【0076】**

### [6] コンプレッサ用軸受に施す熱処理

次に、本実施の形態におけるコンプレッサの構成部品（コンプレッサ用軸受を含む）に行う浸炭窒化処理を含む熱処理について説明する。この熱処理を施すことにより、本実施の形態におけるコンプレッサの構成部品（コンプレッサ用軸受を含む）は上記の特性（水素含有量、オーステナイト結晶粒度、破壊応力値）を有する。

#### 【0077】

図2および図3に、本発明の実施の形態における熱処理方法を示す。図2は1次焼入れおよび2次焼入れを行なう方法を示す熱処理パターンであり、図3は焼入れ途中で材料をA<sub>1</sub>変態点温度未満に冷却し、その後、再加熱して最終的に焼入れる方法を示す熱処理パターンである。どちらも本発明の実施の態様例である。

#### 【0078】

図2を参照して、まず、たとえば軸受部品用の鋼がA<sub>1</sub>変態点を超える浸炭窒化処理温度（845℃）に加熱され、その温度で軸受部品用の鋼に浸炭窒化処理が施される。温度処理T<sub>1</sub>では鋼の素地に炭素や窒素が拡散され、また炭素が鋼に十分に溶け込ませられる。この後、軸受部品用の鋼は、処理T<sub>1</sub>の温度から油焼入れを施されて、A<sub>1</sub>変態点未満の温度に冷却される。次いで180℃で焼戻しが行なわれるが、この焼戻しは省略することができる。

#### 【0079】

この後、軸受部品用の鋼がA<sub>1</sub>変態点以上の温度で上記の浸炭窒化処理の温度未満の温度（たとえば800℃）に再加熱され、その温度で保持することにより処理T<sub>2</sub>が施された後、処理T<sub>2</sub>の温度から油焼入れを施されて、A<sub>1</sub>変態点未満の温度に冷却される。次いで180℃で焼戻しが行なわれる。

#### 【0080】

図3を参照して、まず、たとえば軸受部品用の鋼がA<sub>1</sub>変態点を超える浸炭窒化処理温度（845℃）に加熱され、その温度で軸受部品用の鋼に浸炭窒化処理が施される。温度処理T<sub>1</sub>では鋼の素地に炭素や窒素が拡散され、また炭素が鋼に十分に溶け込ませられる。この後、軸受部品用の鋼は焼入れされずにA<sub>1</sub>変態点以下の温度に冷却される。この後、軸受部品用の鋼がA<sub>1</sub>変態点以上の温度で上記の浸炭窒化処理の温度未満の温度（たとえば800℃）に再加熱され、その温度で保持することにより処理T<sub>2</sub>が施された後、処理T<sub>2</sub>の温度から油焼入れを施されて、A<sub>1</sub>変態点未満の温度に冷却される。次いで180℃で焼戻しが行なわれる。

#### 【0081】

上記の熱処理は、普通焼入れ（すなわち浸炭窒化処理に引き続いてそのまま1回焼入れ）するよりも、表層部分を浸炭窒化しつつ、割れ強度を向上させ、経年寸法変化率を減少することができる。上述したように、上記の熱処理方法によれば、オーステナイト結晶粒の粒径を従来の2分の1以下となるミクロ組織を得ることができる。上記の熱処理を受けたコンプレッサの構成部品およびコンプレッサ用軸受は、疲労寿命特性（コンプレッサ用軸受の場合には転動疲労寿命特性）が長寿命であり、割れ強度を向上させ、経年寸法変化率も減少させることができる。

#### 【0082】

上記の熱処理のどちらによっても、その中の浸炭窒化処理により「浸炭窒化処理層」である窒素富化層が形成される。浸炭窒化処理において素材となる鋼の炭素濃度が高いため、通常の浸炭窒化処理の雰囲気から炭素が鋼の表面に侵入しにくい場合がある。たとえば炭素濃度が高い鋼の場合（1重量%程度の鋼）、それ以上高い炭素濃度の浸炭層が生成する場合もあるし、それ以上高い炭素濃度の浸炭層は生成しにくい場合がある。しかし、窒素濃度は、Cr濃度などにも依存するが、通常の鋼では最大限0.025重量%程度以下と低ないので、素材の鋼の炭素濃度によらず窒素富化層が明瞭に生成される。上記窒素富化層には炭素が富化されていてもよいことはいうまでもない。

#### 【0083】

上記図2に示す熱処理パターンを適用した軸受鋼のオーステナイト結晶粒度を図4（A

) に示す。また、比較のため、従来の熱処理方法による軸受鋼のオーステナイト結晶粒度を図4 (B) に示す。また、図5 (A) および図5 (B) に、上記図4 (A) および図4 (B) を図解したオーステナイト結晶粒度を示す。これらオーステナイト結晶粒度を示す組織より、従来のオーステナイト粒径はJIS規格の粒度番号で10番であり、また本発明による熱処理方法によれば12番の細粒を得ることができる。また、図4 (A) の平均粒径は、切片法で測定した結果、5.6 μmであった。

#### 【実施例】

##### 【0084】

次に本発明の実施例について説明する。

##### 【0085】

###### (実施例1)

JIS規格SUJ2材(1.0重量%C - 0.25重量%Si - 0.4重量%Mn - 1.5重量%C<sub>r</sub>)を用いて、本発明の実施例1を行った。表1に示した各試料の製造履歴を以下に示す。

##### 【0086】

###### 【表1】

試料	A	B	C	D	E	F	従来浸炭 窒化処理品	普通 焼入品
二次焼入 温度(°C)	780 <sup>1)</sup>	800	815	830	850	870	-	-
水素量 (ppm)	-	0.37	0.40	0.38	0.42	0.40	0.72	0.38
結晶粒度 (JIS)	-	12	11.5	11	10	10	10	10
シャルビー衝撃 値(J/cm <sup>2</sup> )	-	6.65	6.40	6.30	6.20	6.30	5.33	6.70
破壊応力値 (MPa)	-	2840	2780	2650	2650	2700	2330	2770
転動疲労 寿命比(L <sub>10</sub> )	-	5.4	4.2	3.5	2.9	2.8	3.1	1

1) 今回は、焼入不足のため評価できなかった

##### 【0087】

(試料A～D；本発明例)：温度850°Cで150分間保持して浸炭窒化処理を施した。その浸炭窒化処理時の雰囲気は、RXガスとアンモニアガスとの混合ガスとした。図2に示す熱処理パターンにおいて、浸炭窒化処理温度850°Cから1次焼入れを行ない、次いで浸炭窒化処理温度より低い温度域780°C～830°Cに加熱して2次焼入れを行った。ただし、2次焼入れ温度780°Cの試料Aは焼入れ不足のため試験の対象から外した。

##### 【0088】

(試料E、F；本発明例)：浸炭窒化処理は、本発明例A～Dと同じ履歴で行い、2次焼入れ温度を浸炭窒化処理温度(850°C)以上の850°C～870°Cで行った。

##### 【0089】

(従来浸炭窒化処理品；比較例)：温度850°Cで150分間保持して浸炭窒化処理を施した。その浸炭窒化処理時の雰囲気は、RXガスとアンモニアガスとの混合ガスとした。その浸炭窒化処理時の温度からそのまま焼入れを行ない、2次焼入れは行わなかった。

##### 【0090】

(普通焼入れ品；比較例)：浸炭窒化処理を行なわずに、850°Cに加熱して焼入れた

。2次焼入れは行わなかった。

**【0091】**

上記の各試料に対して、(1)水素量の測定、(2)結晶粒度の測定、(3)シャルピー衝撃試験、(4)破壊応力値の測定、(5)転動疲労試験、の各々を行った。その結果を表1に合わせて示す。

**【0092】**

次にこれらの測定方法および試験方法について説明する。

**【0093】**

(1) 水素量の測定

水素量は、LECO社製DH-103型水素分析装置により、鋼中の非拡散性水素量を分析した。拡散性水素量は測定していない。このLECO社製DH-103型水素分析装置の仕様を下記に示す。

**【0094】**

分析範囲：0.01～50.00 ppm

分析精度：±0.1 ppmまたは±3%H (いずれか大なるほう)

分析感度：0.01 ppm

検出方式：熱伝導度法

試料重量サイズ：10mg～35g (最大：直径12mm×長さ100mm)

加熱炉温度範囲：50℃～1100℃

試薬：アンハイドロン ( $Mg(C_1O_4)_2$ )、アスカライト、NaOH

キャリアガス：窒素ガス、ガスドージングガス：水素ガス、いずれのガスも純度99.99%以上、圧力40PSI (2.8kgf/cm<sup>2</sup>) である。

**【0095】**

測定手順の概要は以下のとおりである。専用のサンプラーで採取した試料をサンプラーごとに上記の水素分析装置に挿入する。内部の拡散性水素は窒素キャリアガスによって熱伝導度検出器に導かれる。この拡散性水素は本実施例では測定しない。次に、サンプラーから試料を取り出し抵抗加熱炉内で加熱し、非拡散性水素を窒素キャリアガスによって熱伝導度検出器に導く。熱伝導度検出器において熱伝導度を測定することによって非拡散性水素量を知ることができる。

**【0096】**

(2) 結晶粒度の測定

結晶粒度の測定は、JIS G 0551の鋼のオーステナイト結晶粒度試験方法に基づいて行った。

**【0097】**

(3) シャルピー衝撃試験

シャルピー衝撃試験は、JIS Z 2242の金属材料のシャルピー衝撃試験方法に基づいて行った。試験片には、JIS Z 2202に示されたUノッチ試験片 (JIS 3号試験片) を用いた。なお、シャルピー衝撃値は、次式の吸収エネルギーEを断面積 (0.8cm<sup>2</sup>) で除した値である。

**【0098】**

吸収エネルギー： $E = W g R (\cos \beta - \cos \alpha)$

W：ハンマー重量 (= 25.438kg)

g：重力加速度 (= 9.80665m/sec<sup>2</sup>)

R：ハンマー回転軸中心から重心までの距離 (= 0.6569m)

$\alpha$ ：ハンマー持ち上げ角度 (= 146°)、 $\beta$ ：ハンマー降り上がり角度

(4) 破壊応力値の測定

図11に破壊応力値の測定に用いた試験片を示す。アムスラー万能試験機を用いて図中のP方向に荷重を負荷して試験片が破壊されるまでの荷重を測定する。その後、得られた破壊荷重を、下記に示す曲がり梁の応力計算式により応力値に換算する。なお、試験片は図11に示す試験片に限られず、他の形状の試験片を用いてもよい。

## 【0099】

図11の試験片の凸表面における繊維応力を $\sigma_1$ 、凹表面における繊維応力を $\sigma_2$ とする  
と、 $\sigma_1$ および $\sigma_2$ は下記の式によって求められる（機械工学便覧A4編材料力学A4-4  
0）。ここで、Nは円環状試験片の軸を含む断面の軸力、Aは横断面積、 $e_1$ は外半径、  
 $e_2$ は内半径を表す。また、 $\kappa$ は曲がり梁の断面係数である。

## 【0100】

$$\sigma_1 = (N/A) + \{M/(A\rho_0)\} [1 + e_1 / \{\kappa(\rho_0 + e_1)\}]$$

$$\sigma_2 = (N/A) + \{M/(A\rho_0)\} [1 - e_2 / \{\kappa(\rho_0 - e_2)\}]$$

$$\kappa = -(1/A) \int_A \{\eta / (\rho_0 + \eta)\} dA$$

## (5) 転動疲労試験

転動疲労寿命試験の試験条件および試験装置の略図を、表2および図12(A)、(B)  
に示す。図12(A)、(B)において、転動疲労寿命試験片521は、駆動ロール5  
11によって駆動され、ボール513と接触して回転している。ボール513は、(3/  
4)"のボールであり、案内ロール512にガイドされて、転動疲労寿命試験片521と  
の間で高い面圧を及ぼし合いながら転動する。

## 【0101】

次に上記の測定結果および試験結果について説明する。

## 【0102】

## (1) 水素量

表1より、浸炭窒化処理したままの従来浸炭窒化処理品の鋼中水素量は、0.72 ppm  
と非常に高い値となっている。これは、浸炭窒化処理の雰囲気に含まれるアンモニア(  
 $NH_3$ )が分解して水素が鋼中に侵入したためと考えられる。これに対して、試料B～F  
の鋼中水素量は0.37～0.42 ppmで0.5 ppm以下となっており、従来浸炭窒  
化処理品の半分近くにまで減少している。この鋼中水素量は普通焼入れ品と同じレベル  
である。

## 【0103】

上記の鋼中水素量の低減により、水素の固溶に起因する鋼の脆化を軽減することができる。  
すなわち、水素量の低減により、本発明例の試料B～Fのシャルピー衝撃値および破  
壊応力値は大きく改善されている。

## 【0104】

## (2) 結晶粒度

表1より、結晶粒度は、2次焼入れ温度が浸炭窒化処理時の焼入れ(1次焼入れ)の温  
度より低い場合、すなわち試料B～Dの場合、オーステナイト粒は、結晶粒度番号11～  
12と顕著に微細化されている。試料EおよびFならびに従来浸炭窒化処理品および普通  
焼入品のオーステナイト粒は、結晶粒度番号10であり、試料B～Dより粗大な結晶粒と  
なっている。

## 【0105】

## (3) シャルピー衝撃値

表1によれば、従来浸炭窒化処理品のシャルピー衝撃値は5.33 J/cm<sup>2</sup>であるの  
に比して、本発明例の試料B～Fのシャルピー衝撃値は6.20～6.65 J/cm<sup>2</sup>と  
高い値が得られている。この中でも、2次焼入れ温度が低いほうがシャルピー衝撃値が高  
くなる傾向を示す。なお、普通焼入品のシャルピー衝撃値は6.70 J/cm<sup>2</sup>と高い。

## 【0106】

## (4) 破壊応力値

上記破壊応力値は、耐割れ強度に相当する。表1によれば、従来浸炭窒化処理品は23  
30 MPaの破壊応力値となっている。これに比して、試料B～Fの破壊応力値は265  
0～2840 MPaで2650 MPa以上に改善されている。普通焼入品の破壊応力値は  
2770 MPaであり、試料B～Fの破壊応力値と同等である。このような、試料B～F  
の改良された耐割れ強度は、オーステナイト結晶粒の微細化と並んで、水素含有率の低減  
による効果が大きいと推定される。

## 【0107】

## (5) 転動疲労試験

表1によれば、普通焼入品は窒素富化層を表層部に有しないことを反映して、転動疲労寿命 $L_{10}$ は最も低い。これに比して従来浸炭窒化処理品の転動疲労寿命は3.1倍となる。試料B～Dの転動疲労寿命は従来浸炭窒化処理品より大幅に向かう。試料E, Fは、従来浸炭窒化処理品とほぼ同等であった。

## 【0108】

上記をまとめると、本発明例の試料B～Fでは、鋼中水素量が低くなり、破壊応力値やシャルピー衝撃値が向上する。しかし、転動疲労寿命まで含めて改良しうるのは、さらにオーステナイト結晶粒度を粒度番号で11番程度以上に微細化した試料B～Dである。したがって、本発明例に該当するのは試料B～Fであるが、より望ましい本発明の範囲は、2次焼入れ温度を浸炭窒化処理温度より低くして結晶粒の微細化をさらに図った試料B～Dの範囲である。

## 【0109】

## (実施例2)

次に実施例2について説明する。

## 【0110】

下記のX材、Y材およびZ材について、一連の試験を行った。熱処理用素材には、JIS規格S U J 2材(1.0重量%C - 0.25重量%Si - 0.4重量%Mn - 1.5重量%C r)を用い、X材～Z材に共通とした。X材～Z材の製造履歴は次のとおりである。

(X材：比較例)：普通焼入れのみを行なった(浸炭窒化処理せず)。

(Y材：比較例)：浸炭窒化処理後にそのまま焼き入れた(従来の浸炭窒化焼入れ)。浸炭窒化処理の温度を845°Cとし、保持時間を150分間とした。また浸炭窒化処理の雰囲気を、RXガス+アンモニアガスとした。

(Z材：本発明例)：軸受鋼に図2の熱処理パターンを施した。浸炭窒化処理の温度を845°Cとし、保持時間を150分間とし、雰囲気をRXガス+アンモニアガスとした。また、最終焼入れ温度を800°Cとした。

## 【0111】

## (1) 転動疲労寿命

転動疲労寿命試験の試験装置には上述した図12(A)、(B)の装置を用い、試験条件は表2に示す条件とした。この転動疲労寿命試験結果を表3に示す。

## 【0112】

## 【表2】

試験片	Φ12×L22 円筒試験片
試験数	10個
相手鋼球	3/4"(19.05mm)
接触面圧	5.88GPa
負荷速度	46240cpm
潤滑油	タービンVG68 強制循環給油

## 【0113】

【表3】

材質	寿命(負荷回数)		$L_{10}$ の比
	$L_{10} (\times 10^4 \text{ 回})$	$L_{10} (\times 10^4 \text{ 回})$	
X材	8017	18648	1.0
Y材	24656	33974	3.1
Z材	43244	69031	5.4

## 【0114】

表3によれば、浸炭窒化処理を施したY材（比較例）の $L_{10}$ 寿命は、普通焼入れのみを施したX材（比較例）の $L_{10}$ 寿命（試験片10個中1個が破損する寿命）の3.1倍を示し、浸炭窒化処理による長寿命化の効果が認められる。これに対して、本発明例のZ材は、Y材の1.74倍、またX材の5.4倍の長寿命を示している。この改良の主因はミクロ組織の微細化によるものと考えられる。

## 【0115】

## (2) シャルピー衝撃試験

シャルピー衝撃試験は、Uノッチ試験片を用いて、上述のJIS Z 2242に準じた方法により行なった。試験結果を表4に示す。

## 【0116】

【表4】

材質	シャルピー衝撃値 (J/cm <sup>2</sup> )	衝撃値の比
X材	6.7	1.0
Y材	5.3	0.8
Z材	6.7	1.0

## 【0117】

本発明例のZ材では、普通焼入れのみを施したX材（比較例）と同等で、かつ浸炭窒化処理を施したY材（比較例）よりも高いシャルピー衝撃値が得られた。

## 【0118】

## (3) 静的破壊靭性値の試験

静的破壊靭性試験の試験片には、図13に示す試験体を用い、亀裂を予め約1mm導入した後に、3点曲げによる静的荷重Pを加え、破壊荷重を求めた。破壊靭性値（K<sub>IC</sub>値）の算出には次に示す次式を用いた。また、試験結果を表5に示す。

## 【0119】

$$K_{IC} = (P L \sqrt{a / B W^2}) \{ 5.8 - 9.2 (a / W) + 43.6 (a / W)^2 - 75.3 (a / W)^3 + 77.5 (a / W)^4 \}$$

## 【0120】

【表5】

材質	試験数	K <sub>IC</sub> (MPa·√m)	K <sub>IC</sub> の比
X材	3個	16.3	1.0
Y材	3個	16.1	1.0
Z材	3個	18.9	1.2

## 【0121】

予め導入した亀裂の深さが窒素富化層深さよりも大きくなつたため、比較例のX材とY材とには違いはない。しかし、本発明例のZ材では比較例のX材およびY材に対して約1.2倍の破壊靭性値（K<sub>IC</sub>値）を得ることができた。

## 【0122】

## (4) 静圧壊強度試験（破壊応力値の測定）

静圧壊強度試験片には、上述のように図11に示す形状のものを用いた。図中、P方向に荷重を附加して、上記と同様にして静圧壊強度試験を行なつた。試験結果を表6に示す。

## 【0123】

## 【表6】

表6 試験結果

材質	試験数	静圧壊強度(kgf)	静圧壊強度の比
X材	3個	4200	1.00
Y材	3個	3500	0.84
Z材	3個	4300	1.03

## 【0124】

浸炭窒化処理を施したY材（比較例）の静圧壊強度は普通焼入れのみを施したX材（比較例）の静圧壊強度よりもやや低い値である。しかしながら、本発明例のZ材の静圧壊強度は、Y材の静圧壊強度よりも向上し、X材の静圧壊強度よりもわずかに高いレベルになっている。

## 【0125】

## (5) 経年寸法変化率

温度130℃で500時間保持した場合の経年寸法変化率を測定した。その測定結果を、表面硬度、残留オーステナイト量（表面から0.1mm深さでの）とともに表7に示す。

## 【0126】

## 【表7】

材質	試験数	表面硬度(HRC)	残留γ量(体積%)	寸法変化率( $\times 10^{-5}$ )	寸法変化率の比 <sup>*</sup>
X材	3個	62.5	9.0	18	1.0
Y材	3個	63.6	28.0	35	1.9
Z材	3個	60.0	11.3	22	1.2

\* : 小さい方が優れている

## 【0127】

残留オーステナイト量（体積%）の多いY材の寸法変化率に比べて、本発明例のZ材の寸法変化率は低く抑えられていることがわかる。

## 【0128】

## (6) 異物混入潤滑下における寿命試験

玉軸受6206を用い、標準異物を所定量混入させた異物混入潤滑下での転動疲労寿命を評価した。試験条件を表8に、また試験結果を表9に示す。

## 【0129】

【表8】

荷重	$F_r=6.86kN$
接触面圧	$P_{max}=3.2Gpa$
回転速度	2000rpm
潤滑	タービン56 油浴給油
異物量	0.4g/1000cc
異物	粒径 100~180μm、硬さ Hv800

【0130】

【表9】

材質	$L_{10}$ 寿命(h)	$L_{10}$ 寿命の比
X材	20.0	1.0
Y材	50.2	2.5
Z材	74.0	3.7

【0131】

X材に比べ、浸炭窒化処理を施したY材（比較例）では約2.5倍の、また本発明例のZ材では約3.7倍の長寿命が得られた。本発明例のZ材では、比較例のY材に比べて残留オーステナイトが少ないものの、窒素の侵入と微細化されたミクロ組織の影響により長寿命が得られている。

【0132】

上記の結果より、本発明例のZ材、すなわち本発明の熱処理方法によって製造されたコンプレッサの構成部品およびコンプレッサ用軸受は、従来の浸炭窒化処理では困難であった疲労寿命（コンプレッサ用軸受においては転動疲労寿命）の長寿命化、割れ強度の向上、経年寸法変化率の低減の3項目を同時に満足することができることがわかった。

【0133】

なお、本明細書におけるオーステナイト結晶粒とは、焼入加熱中に相変態したオーステナイトの結晶粒のことであり、これは、冷却によりマルテンサイトへ変態した後も、過去の履歴として残存しているものをいう。

【0134】

また、たとえば針状ころ軸受は総ころタイプであっても、シェル型針状ころ軸受であつてもよい。

【0135】

今回開示された実施の形態および実施例はすべての点で例示であつて制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

#### 【産業上の利用可能性】

【0136】

本発明は、転動疲労特性が長寿命で、高度の耐割れ強度や耐経年寸法変化を有するコンプレッサの構成部品またはコンプレッサ用軸受に特に有利に適用され得る。

#### 【図面の簡単な説明】

【0137】

【図1】本発明の一実施の形態に係るコンプレッサの構成部品（コンプレッサ用軸受を含む）を組み込んだブーリ機構付きコンプレッサの概略断面図である。

【図2】本発明の実施の形態におけるコンプレッサの構成部品（コンプレッサ用軸受を含む）に施される熱処理方法を説明する図である。

【図3】本発明の実施の形態におけるコンプレッサの構成部品（コンプレッサ用軸受を含む）に施される熱処理方法の変形例を説明する図である。

【図4】軸受部品のミクロ組織、とくにオーステナイト粒を示す図である。（A）は本発明例の軸受部品であり、（B）は従来の軸受部品である。

【図5】（A）は図4（A）を図解したオーステナイト粒界を示し、（B）は図4（B）を図解したオーステナイト粒界を示す。

【図6】（A）は深溝玉軸受を示す断面図であり、（B）は複列アンギュラ玉軸受を示す断面図である。

【図7】円筒ころ軸受を示す断面図である。

【図8】4点接触玉軸受を示す断面図である。

【図9】（A）はスラスト針状ころ軸受を示す部分断面斜視図であり、（B）は図9（A）の針状ころ部分の要部拡大図であり、（C）は図9（A）のIXc-IXc線に沿った拡大断面図である。

【図10】プーリ機構を備えたコンプレッサの他の例の構成を示す部分断面図である。

【図11】静圧壊強度試験（破壊応力値の測定）の試験片を示す図である。

【図12】（A）は転動疲労寿命試験機の概略正面図であり、（B）は転動疲労寿命試験機の概略側面図である。

【図13】静的破壊韌性試験の試験片を示す図である。

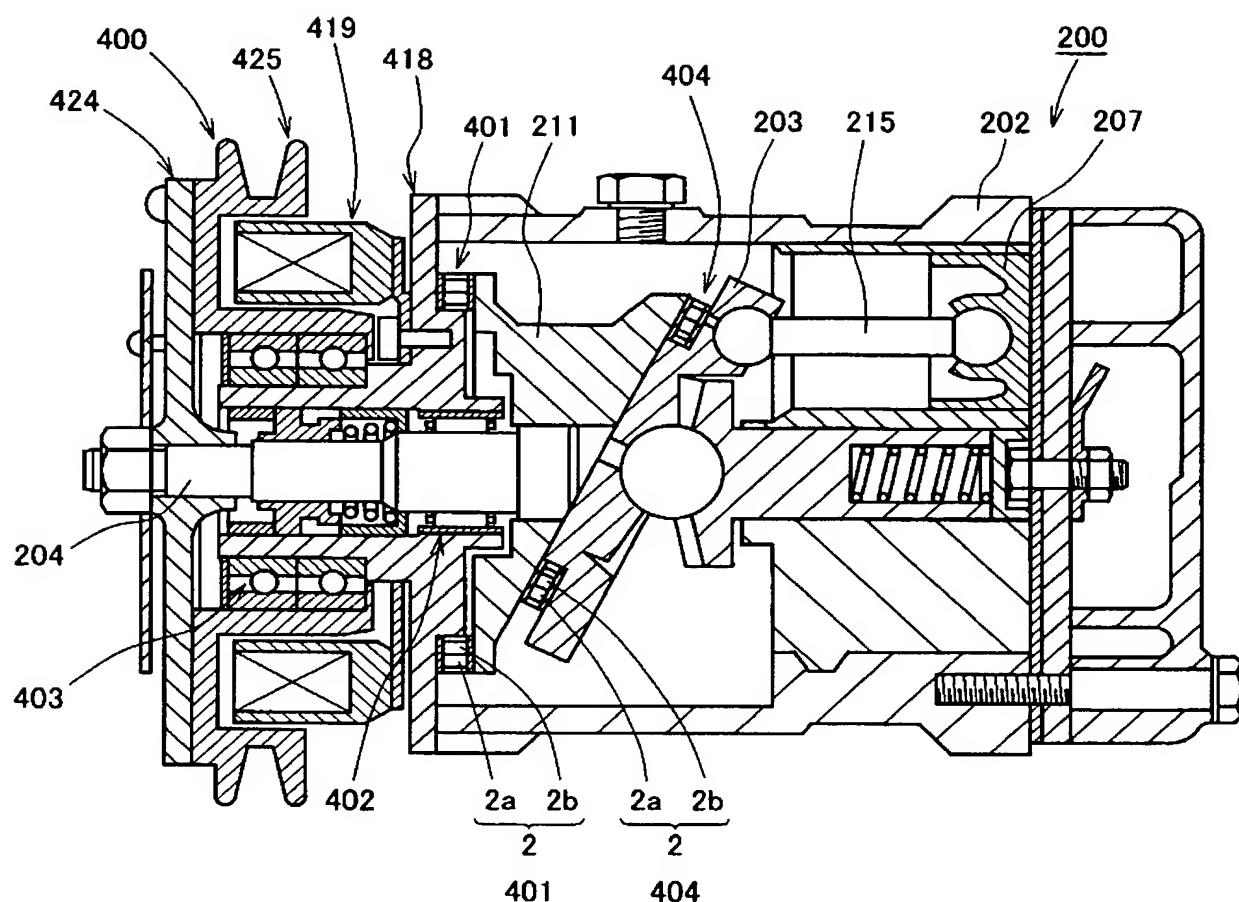
#### 【符号の説明】

##### 【0138】

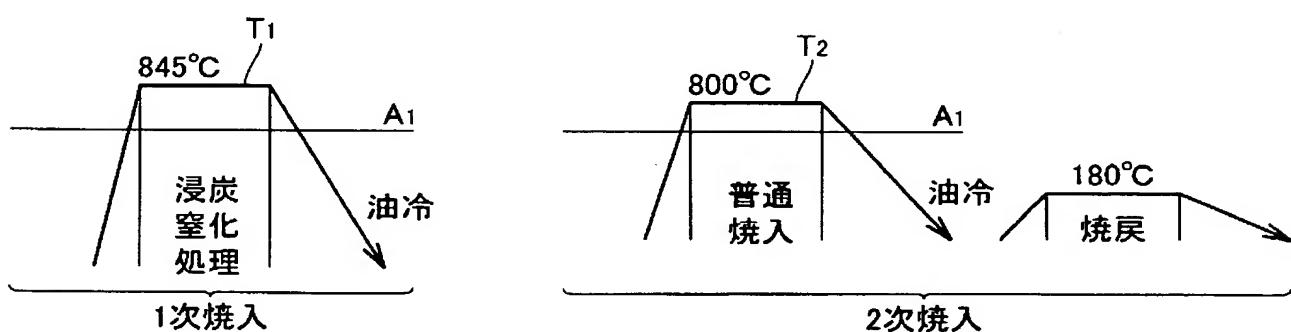
2 針状ころ、2a 外径側針状ころ、2b 内径側針状ころ、3 上側保持器、4 下側保持器、5, 6 ポケット、5a, 6a ころ保持部、31, 31a, 31b 外輪、32, 32a, 32b 内輪、33 玉、33a 円筒ころ、34, 34a, 34b, 34c 保持器、200 コンプレッサ（本体）、202ハウジング、203 斜板、204 主軸、207 ピストン、211 回転部材、215 ピストンロッド、400 コンプレッサ用プーリ機構、401 回転部材・プーリ支持部材軸受、402, 402a, 402b 主軸支持軸受、403 プーリ支持軸受、404 斜板支持軸受、418 プーリ用軸受支持部材、419 クラッチ用電磁石、424 動力伝達部材、425 プーリ、511 駆動ロール、512 案内ロール、513 ボール、521 転動疲労寿命試験片。

## 【書類名】図面

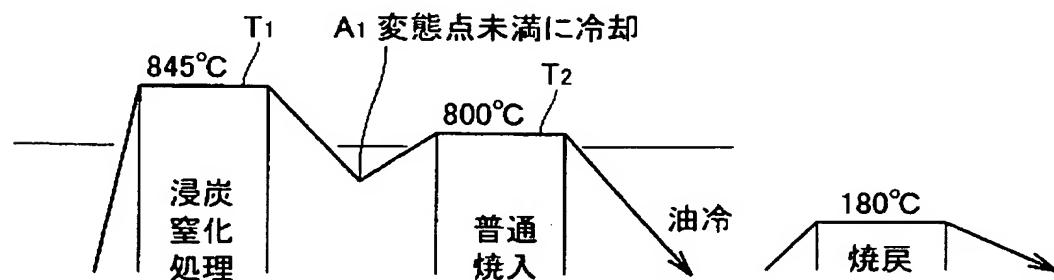
## 【図 1】



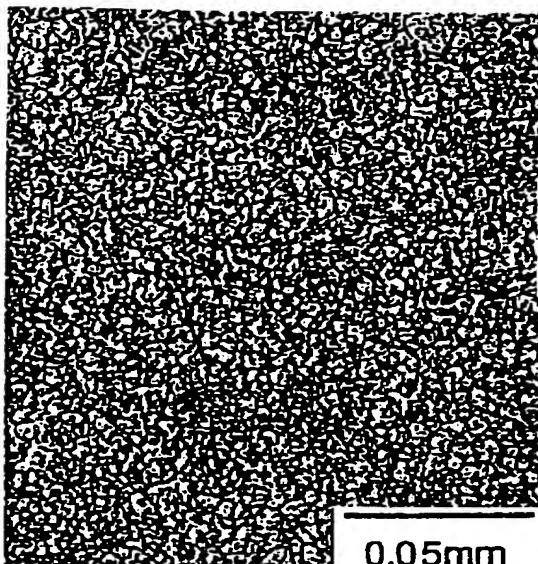
## 【図 2】



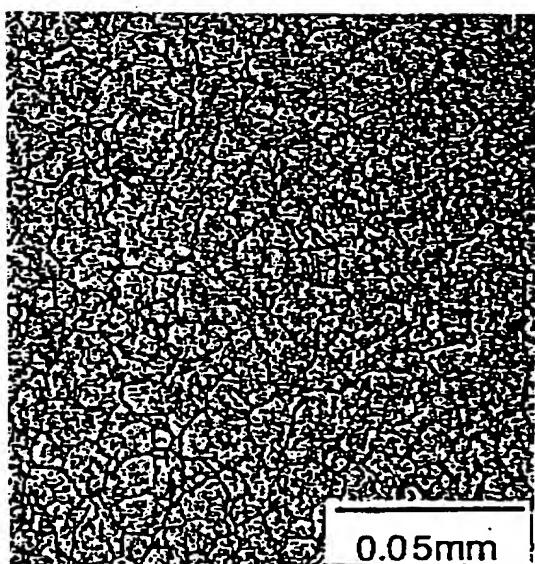
## 【図 3】



【図4】

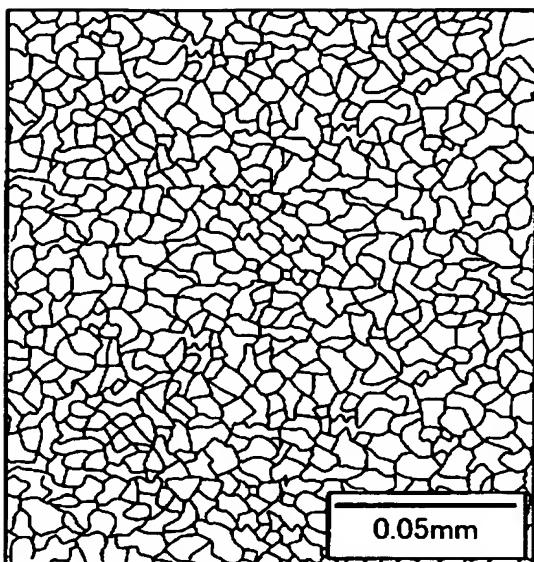


(A)

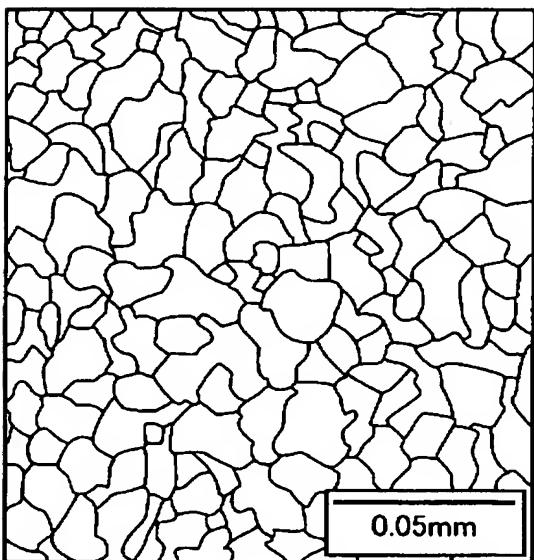


(B)

【図5】

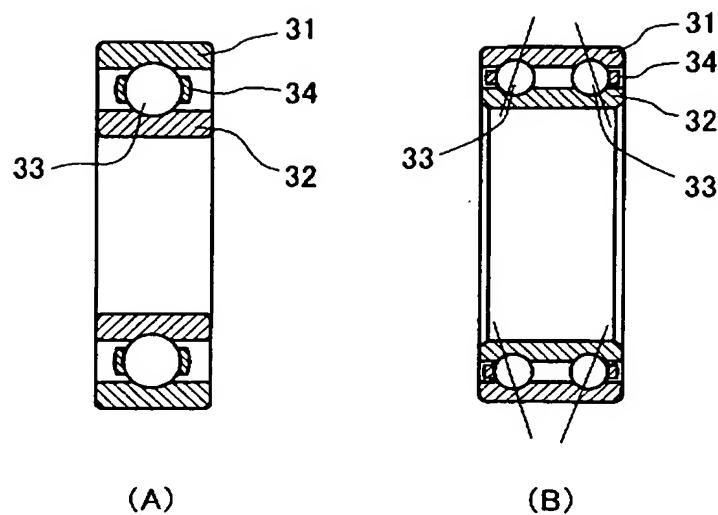


(A)



(B)

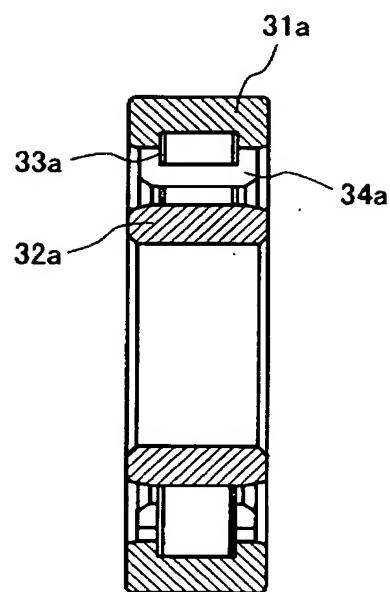
【図 6】



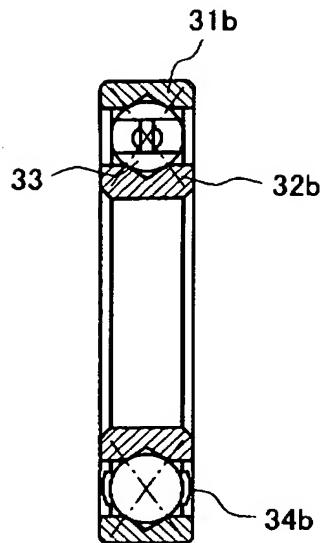
(A)

(B)

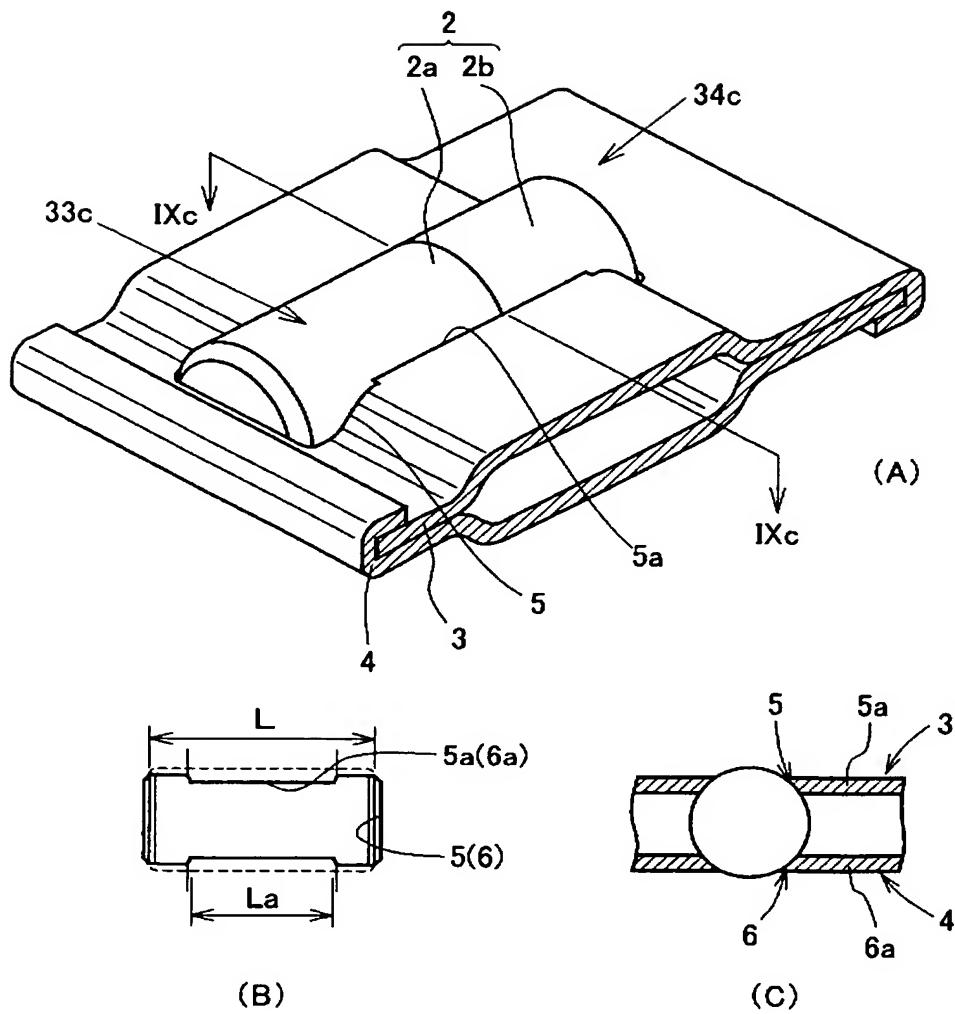
【図 7】



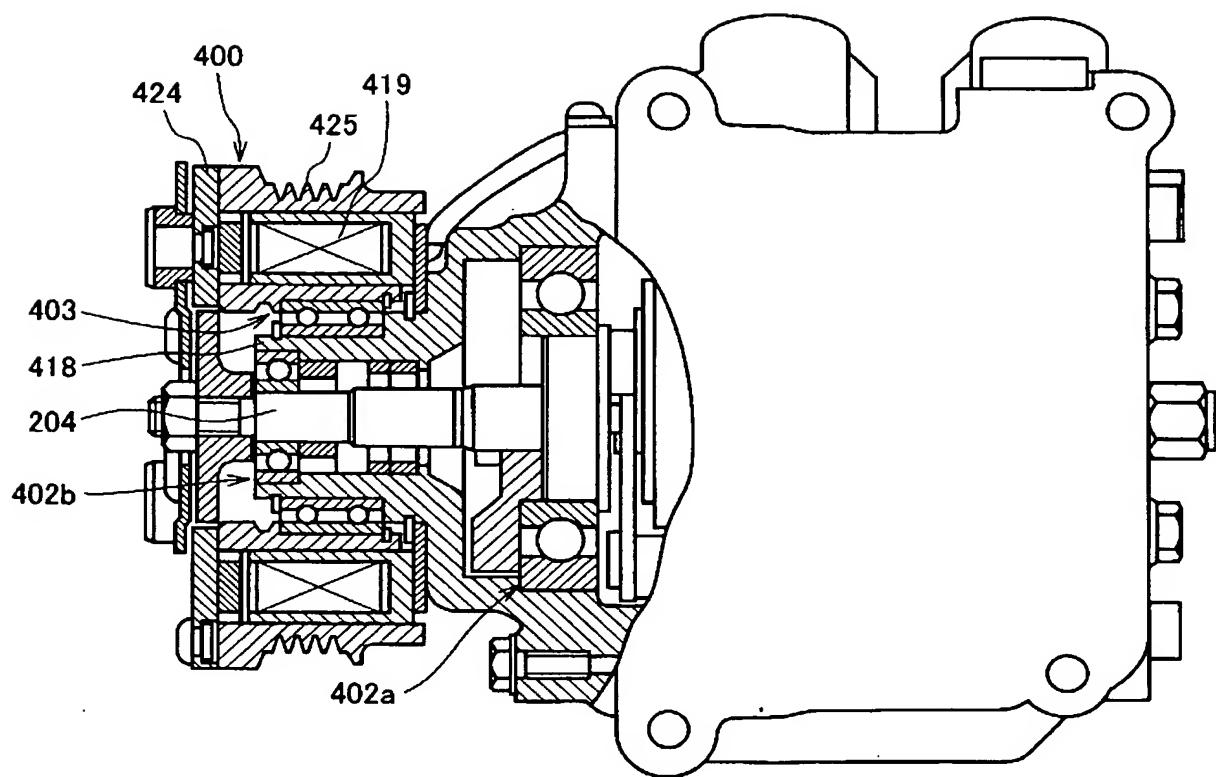
【図8】



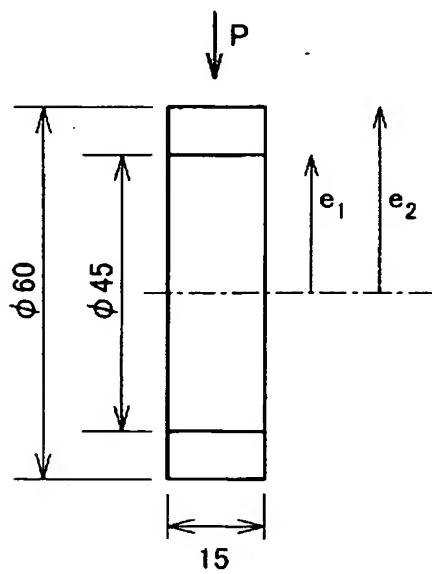
【図9】



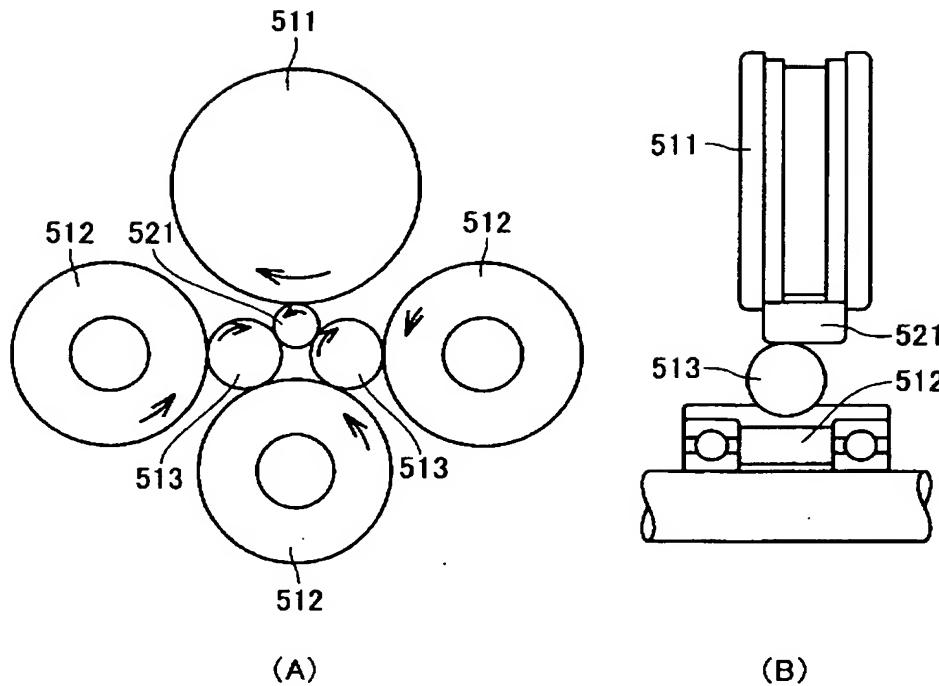
【図10】



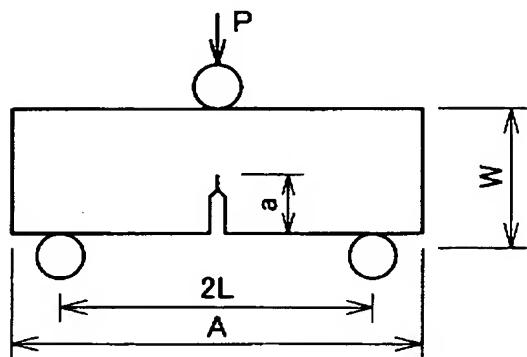
【図11】



【図12】



【図13】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 疲労特性が長寿命で、高度の耐割れ強度を有し、経年寸法変化を抑えたコンプレッサの構成部品およびコンプレッサ用軸受を提供する。

【解決手段】 コンプレッサ本体200およびそのコンプレッサ本体200に駆動力を伝達するコンプレッサ用プーリ機構400を有するコンプレッサに組み込まれた、コンプレッサの構成部品であって、そのコンプレッサの構成部品のオーステナイト結晶粒の粒度番号を10番を超える範囲にするか、破壊応力値を2650MPa以上とするか、水素含有率を0.5ppm以下とする。

【選択図】 図1

特願 2004-083101

出願人履歴情報

識別番号 [000102692]

1. 変更年月日 2002年11月 5日

[変更理由] 名称変更

住所 大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号  
氏名 NTN株式会社